

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-248428
(43)Date of publication of application : 26.09.1995

(51)Int.CI.

G02B 6/32
G02B 6/255

(21)Application number : 06-066549

(71)Applicant : NIPPON SHEET GLASS CO LTD

(22)Date of filing : 10.03.1994

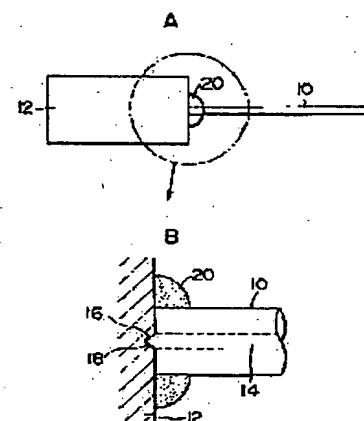
(72)Inventor : IKEDA MITSUAKI
NISHIZAWA KOICHI
SATO SHIRO

(54) LOW REFLECTION TYPE OPTICAL PARTS BY PROJECTING AND RECESSING FITTING CONNECTION

(57)Abstract:

PURPOSE: To permit easy and automatic execution of alignment without the need for diagonal working of a lens connecting surface and precision polishing and without a precision aligning operation and to enable an operator to assemble optical parts without requiring highly accurate members and with substantially no need for the special technique by a skilled person.

CONSTITUTION: The projecting part 16 where the core part 14 itself projects to a circular conical shape is formed at the front end face of an optical fiber 10 and a recessed part 18 to be fitted thereto is formed at the end face of the lens 12. The projecting part and the recessed part are directly fitted and are fixed by an optical adhesive 20. The lens is, for example, a gradient index rod lens. One of its end faces is formed as a precisely polished surface and the other as a cut surface. The recessed part is formed by hot press transfer of a circular conical presser on the optical axis position of the cut surface. The optical fiber is a glass fiber and its projecting part is formed by etching. The coupled body of the optical fiber and the lens is housed into a cylindrical jacket including a part of the sheath of an optical fiber cable and is adhered and integrated to the jacket only at the part near the sheath end.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.03.1994

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2654755

[Date of registration] 30.05.1997

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-248428

(43)公開日 平成7年(1995)9月26日

(51)Int.Cl.⁶

G 0 2 B 6/32
6/255

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 2 B 6/ 24 3 0 1

審査請求 有 請求項の数4 FD (全5頁)

(21)出願番号 特願平6-66549

(22)出願日 平成6年(1994)3月10日

(71)出願人 000004008

日本板硝子株式会社

大阪府大阪市中央区道修町3丁目5番11号

(72)発明者 池田 三章

大阪府大阪市中央区道修町3丁目5番11号

日本板硝子株式会社内

(72)発明者 西沢 錦一

大阪府大阪市中央区道修町3丁目5番11号

日本板硝子株式会社内

(72)発明者 佐藤 史郎

大阪府大阪市中央区道修町3丁目5番11号

日本板硝子株式会社内

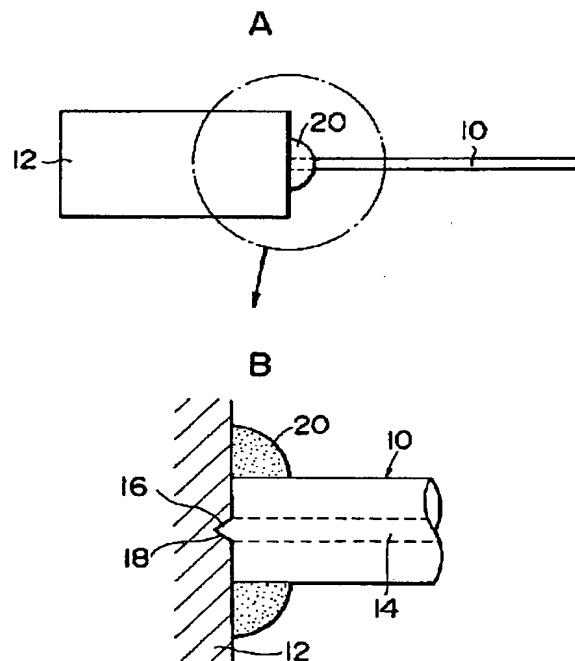
(74)代理人 弁理士 茂見 穣

(54)【発明の名称】 凹凸嵌合接続による低反射型光部品

(57)【要約】

【目的】 レンズ接続面の斜め加工や精密研磨加工が不要で、精密調芯作業無しに容易に自動調芯でき、高精度の部材も要らず、熟練者による特殊技術を殆ど必要とせずに組み立てができるようにする。

【構成】 光ファイバ10の先端面に、コア部14自体が円錐状に突出している凸部16を形成し、それと嵌合する凹部18をレンズ12端面に形成する。それら凸部と凹部を直接嵌合させて、光学接着剤20により固定する。レンズは例えば屈折率分布型ロッドレンズであり、端面の一方を精密研磨面、他方を切断面とし、切断面の光軸位置に円錐状圧子の熱間プレス転写により凹部を形成する。光ファイバはガラスファイバであり、凸部はエッチングにより形成する。光ファイバとレンズとの結合部を、光ファイバケーブルの外被の一部を含めて筒状のジャケット内に収納し、外被端部近傍のみでジャケットに接着一体化する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光ファイバとレンズを結合した光部品において、光ファイバの先端面に、該光ファイバのコア部自体が円錐状に突出している凸部を形成すると共に、該凸部と嵌合する円錐状の凹部をレンズの接続面に形成し、それら凸部と凹部とを直接嵌合させて、その嵌合部近傍で光学接着剤により固定したことを特徴とする凹凸嵌合接続による低反射型光部品。

【請求項2】 レンズが屈折率分布型ロッドレンズであり、その一方の端面を精密研磨面、他方の端面を切断面とし、該切断面の光軸位置に円錐状圧子の転写による凹部が形成されている請求項1記載の光部品。

【請求項3】 光ファイバケーブル先端で外被から露出している光ファイバとレンズとの結合体を、外被の一部を含めて筒状のジャケット内に収納し、外被端部近傍のみでジャケットに接着一体化した請求項1記載の光部品。

【請求項4】 筒状のジャケットは、レンズを保持する保護カバー部と、中心を光ファイバケーブルが挿通するケーブル押さえ部とを備え、光ファイバとレンズとの結合体を保護カバー部内に収納した状態で、露出している光ファイバの大部分とレンズが保護カバー部に対してフリーとなるように、光ファイバケーブルの外被先端近傍部分と保護カバー部との間のみに接着剤を注入して固定した請求項3記載の光部品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光ファイバとレンズとを凹凸嵌合により接続した低反射型光部品に関し、更に詳しく述べると、光ファイバ先端面に円錐状の凸部を形成し、レンズ接続面には円錐状の凹部を形成して、両者を直接嵌合させて接着固定した光部品に関するものである。この技術は、例えば光ファイバを伝搬する光を平行ビームに変換したり、逆に平行ビームを光ファイバに効率よく結合させるビグテイル型ファイバコリメータなどに適用できる。

【0002】

【従来の技術】 光ファイバと屈折率分布型ロッドレンズとを、それらの光軸を精度よく合わせて一体化した光部品は従来公知である。その代表的な例であるファイバコリメータは、光ファイバを伝搬した光を平行ビームに変換し、逆に空間伝搬した平行ビームを光ファイバに結合する機能を有する。そのためファイバコリメータが形成する平行ビーム空間に各種の光学部品を配置することによって、光分岐器、光分波器、光スイッチ等が構成できる。

【0003】 従来のビグテイル型ファイバコリメータは、例えば次のような構造になっていた。ロッドレンズは円筒状のレンズホルダ内に挿入し、接着剤などにより固定する。他方、光ファイバケーブルは円筒状のスリ

ブで保持する。光ファイバケーブルの先端部分で露出している光ファイバは、金属又はガラスなどからなるパイプに挿入し、更にフェルール内に挿入して保持する。そして、このフェルールを前記レンズホルダに差し込んで光軸調整を行い、間に樹脂接着剤を充填することで全体を固着一体化する。なおスリーブはレンズホルダに嵌め込む。ここで光ファイバ先端面は、ロッドレンズ端面に対して一定間隔を置いて対向しており（接触していない）、それらの隙間にマッチングオイル等を介在させて、光軸調整や拡がり角の調整を行っている。

【0004】 このようなファイバコリメータにおいて、ロッドレンズ端面が光軸に対して垂直の場合には、その端面での後方反射量（反射戻り光量）が多くなる。そこで、戻り光に敏感な光源などを接続する場合には、ロッドレンズ端面を斜めに加工し反射光が光ファイバに戻らないようにして後方反射量を低減することも行われている。

【0005】 ところで、光ファイバとレンズとを結合する光コネクタに関しては、レンズの焦点位置に自動的に突起又は窪みを形成させ、光ファイバ先端のコア部に窪み又は突起を形成して光ファイバ端面と無調整で光結合させる技術が提案されている（特開平5-333232号公報）。ここで突起は、平板マイクロレンズアレイの一方の面に感光性樹脂（例えば感光性ポリイミド樹脂）を塗布し、反対側のレンズ面からコリメート光を入射することにより焦点位置で自動的に露光させ、硬化後、現像処理することによって形成している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 従来構造のファイバコリメータにおいて、ロッドレンズ端面が光軸に対して垂直面の場合は後方反射量が大きく（-20dB程度もある）。ロッドレンズ端面を傾斜面とすると、後方反射量は低減するが（-40dB程度）、ロッドレンズ端面の斜め加工が必要となり、高品質を安定して得ることが難しい。ユーザー側からは後方反射に関して、それ以上の低減化（具体的には、-50dB以下）を望む要求があるものの、それには対応し難い。また、いずれにしても、ロッドレンズの両端面を精密研磨しなければならず、加工工程が多くなり高価になる欠点がある。更に、レンズと光ファイバとの光軸位置を合わせる精密調芯をはじめとする組み立て作業に熟練を要し、組立工数が多くかかる。フェルールなど高精度の部品を必要とするため、材料コストも高くなる。

【0007】 また、この種のファイバコリメータでは、温度サイクルの前後の損失変動を保証しているが、実際には昇温途中あるいは降温途中の損失変動が問題になる場合が多い。光ファイバ先端面とロッドレンズ端面との間には、ある程度の間隔が存在するので、充填した樹脂接着剤で周囲を固着しても、使用部材や接着剤などの熱膨張率差によって前記間隔が変化するし、光ファイバケ

一フルに加わる外部応力などによっても間隔が変化し、それらが損失変動につながる。また隙間にマッチングオイルを入れている場合は、周囲温度の変動による膨張・収縮によって特性のゆらぎが生じ、それが大きな問題となる。

【0008】レンズの焦点位置に自動的に突起又は窪みを形成させ、コアに窪み又は突起を形成した光ファイバ端面と無調整で光結合させる光コネクタでは、精密な調芯作業は不要となるものの、レンズ材料がガラスであるのに対して、突起材料は樹脂などであり、屈折率の違いは避けられない。その屈折率差によって、界面での反射が生じるため、後方反射量の低減には限界があり、高性能化は困難である。

【0009】本発明の目的は、レンズと光ファイバとの接続に際して、レンズ接続面側の斜め加工や精密研磨加工が不要であり、精密調芯作業無しに容易に自動調芯でき、フェルールのような高精度の部材も要らず、熟練者による特殊技術を殆ど必要とせずに組み立てができ、中量・大量生産に適した構造の低反射型光部品を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、凹凸嵌合により光ファイバの先端面にレンズを直接結合した構成の光部品である。即ち本発明は、光ファイバの先端面に、該光ファイバのコア部自体が円錐状に突出している凸部を形成し、該凸部と嵌合する凹部をレンズ接続面に形成し、それら凸部と凹部を直接嵌合させて、その嵌合部近傍で光学接着剤により固定した凹凸嵌合接続による低反射型光部品である。ここで使用するレンズとしては、例えば屈折率分布型ロッドレンズが好ましく、その一方の端面を精密研磨面、他方の端面を切断面とし、該切断面の光軸位置に円錐状圧子の熱間プレス転写による凹部を形成する。光ファイバはガラスファイバであり、先端面の凸部はエッティングにより形成する。

【0011】光ファイバケーブル先端でその外被から露出している光ファイバとレンズとの結合体を、外被の一部を含めて筒状のジャケット内に収納し、外被端部近傍のみでジャケットに接着一体化する。筒状のジャケットは、例えばレンズを保持する保護カバー部と、中心を光ファイバケーブルが挿通するケーブル押さえ部とからなる。光ファイバとレンズとの結合体を保護カバー部内に配置した状態で、露出している光ファイバの大部分及びレンズが保護カバー部に対してフリーとなるように、光ファイバケーブルの外被先端近傍部分と保護カバー部との間に接着剤を注入して固定する。これによってピグテイル型の光部品が構成される。なおジャケットは、2個の筒状体を前後に結合する構造でもよいし、半筒状の二つ割り成形品を組み合わせる構造でもよい。

【0012】

【作用】光ファイバ先端面の凸部とレンズ接続面の凹部

とは、互いに嵌合し物理的に接触しており、それによって自動的に調芯がなされる。しかも凸部及び凹部ともに円錐状で斜めになっており、且つ凸部は光ファイバのコア部自体からなるので屈折率に差は無く、それらのために後方反射量は大幅に（具体的には-50 dB以下）減少する。光ファイバとレンズとは物理的に接触した状態で接着固定されており、それによって温度特性並びに耐衝撃性の向上を図っている。

【0013】レンズは保護カバー部に対してクリアランスをもっているので、温度変化に応じて保護カバー部の中の空気の呼吸が許容され、且つ光ファイバの僅かな挿み変形なども許されるため、光ファイバとレンズとが直接結合しているにもかかわらず、過大な熱応力が光ファイバに加わるのを防ぎ、光ファイバの破断などの発生を防止する。また、これによって昇温途中及び降温途中での損失変動も最小限度に抑えられる。

【0014】

【実施例】図1は本発明に係る光部品の一実施例を示す説明図であり、Aは全体構成を示し、Bは凹凸嵌合接続部の拡大断面を示している。この光部品は光ファイバ10の先端にレンズ12を直接結合した構造である。即ち、光ファイバ10の先端面に、そのコア部14自体が円錐状に突出している凸部16を形成し、該凸部16と嵌合する円錐状の凹部18をレンズ12の一方の端面（接続面）に形成する。そして、これら凸部16と凹部18とを直接嵌合させ、その嵌合部近傍で光学接着剤20によって接着固定した構成である。

【0015】ここで光ファイバ10は、コア部が酸化ケルマニウムをドープした材料からなる単一モードガラスファイバであり、光ファイバ10の先端をフッ酸(HF)とフッ化アンモニウム(NH₄ F)の混液でエッティング処理することで、底面径約10 μm、高さ約4 μmの円錐状の凸部16を形成してある。従って凸部16はコア部14と同一材料からなる。次にレンズ12は屈折率分布型ロッドレンズであり、両端面とも光軸に垂直な面を有する円柱形状のガラスからなり、イオン拡散により中心軸から半径方向に屈折率分布をもたせたものである。レンズ12の一方の端面は精密に研磨するが、他方の端面は切断したままの面でよく、その切断面の光軸位置に、210~400°C程度に加熱した円錐状（例えば頂角120度程度）のダイヤモンド圧子を5秒程度押し付ける。この熱間プレス法により、前記凸部16に対応する形状の円錐状の凹部18を形成できる。形成される凹部18は、ダイヤモンド圧子の型精度で転写されるため、レンズ端面が切断面でも（精密研磨面でなくても）十分な面精度が得られるのである。

【0016】図2に示すように、光ファイバ10の先端面をレンズ12の接続面に向け、当接させると、凸部16と凹部18の嵌合によって精密自動的に位置合わせがなされる。その際に生じる極く僅かな隙間の調整や出射

ビームの拡がり角などの調整のために、必要があれば、両者の間にマッチングオイル（図示せず）を介在させてよい。光学接着剤20としては、作業性の観点から、例えば紫外線硬化性の接着剤が好ましい。このようにして、光ファイバとレンズとが一体に結合した光部品が得られる。

【0017】このような光部品は、円錐状の凸部16と円錐状の凹部18との直接嵌合による接続であるため、光ファイバを伝播してレンズに向かうビームが接続部で反射しても、光軸方向には戻り難く、そのため反射戻り光は大幅に低減される。実験結果によれば、上記のように製作した凹凸嵌合による接続構造によって、後方反射量が-50dB以下の光部品が容易に得られた。

【0018】現実には、光ファイバの凸部とレンズの凹部の形状は、製作精度の関係上、必ずしも完全に一致するとは限らない。図3のAは、凹部18が深く凸部16が低い場合である。図3のBは、逆に凹部18が浅く凸部16が高い場合である。図面は、かなり極端に描いてあるが、実際には、隙間（特にコア部14の先端部分での隙間）は極く僅かである。このような状態でも、凸部16が凹部18に嵌合することで自動調芯がなされ、光ファイバ10とレンズ12とは必ず物理的に接触した状態となる。必要があれば、隙間にマッチングオイル22を挿めよ。隙間は上記のように極く僅かであるので、マッチングオイル22を挿んだとしても、それによる温度特性への影響は殆どない。

【0019】このような光部品（光ファイバとレンズとの結合体）は、通常、筒状のジャケット内に組み込まれて保持される。その一例として、ピグテイル型ファイバコリメータの例を図4に示す。光ファイバケーブルは、光ファイバ10を外被30で被覆した構造であり、先端部の外被を切除することで、先端部のみで光ファイバ10が露出している。ジャケットは、レンズ12を保持する円筒状の保護カバー部32と、中心を光ファイバケーブル30が丁度挿通可能な内径をもつ円筒状のケーブル押さえ部34とからなり、該ケーブル押さえ部34の先端小径部が保護カバー部32の基端側に嵌合する構成である。このようなジャケットは、プラスチックスあるいは金属（例えば黄銅）で製作する。

【0020】このファイバコリメータの製作順序は次の如くである。まず光ファイバケーブル30をケーブル押さえ部34に挿通しておき、光ファイバ10の先端とレンズ12の接続面とを、前記実施例のように凹凸嵌合させて光学接着剤20で接続する。そしてレンズ12を保護カバー部32の基端側から先端側の段部32aまで挿入し、ケーブル押さえ部34を嵌合させる。このようにして光ファイバ10とレンズ12との結合体をジャケット内に配置した状態で、露出している光ファイバ10の大部分及びレンズ12が保護カバー部32に対してフリーとなるように（レンズ12は保護カバー部32に対し

て接着されずに一定のクリアランスをもつ）、光ファイバケーブルの外被先端部分近傍と保護カバー部32との間に接着剤注入口36から接着剤38を注入して固定する。なお符号40は接着剤注入の際の空気抜き孔である。

【0021】図4の実施例は、ともに筒状の保護カバー部32とケーブル押さえ部34とを嵌合させるジャケット構造であるが、保護カバー部とケーブル押さえ部とが連続した半筒状の一体成形品とし、そのような二つ割り形状の成形品を2個組み合わせる構造でもよい。その場合には、一方の半筒状の成形品の中に、光ファイバとレンズとの結合体を収め、他方の半筒状の成形品で覆つて、光ファイバケーブルの外被先端部分近傍とジャケットとの間に接着剤を注入して固定する。

【0022】一般に、このようなピグテイル型ファイバコリメータでは、光ファイバケーブルは長く且つ重いため、引張り力などの外部応力が作用し易い。接着剤38による固定は、この外部応力が光ファイバ10とレンズ12との接続部に及ぶのを防ぐ。光ファイバ10とレンズ12とは直接嵌合状態で接着されているので、レンズ12を保護カバー部32に対して接着せずにフリーにし、また光ファイバ10の周辺にも空間を設けておくことで、ガラス（レンズ）とプラスチックあるいは金属（ジャケット）との熱膨張差を吸収でき、光ファイバ10がいくぶん撓むように変形することでも熱膨張差を吸収できる。更には光ファイバ周囲に形成される空間内の空気の呼吸をレンズ12と保護カバー部32とのクリアランスで許容することで、その空気の熱膨張・熱収縮による応力を緩和できる。これらによって、温度特性が向上し、光ファイバが破断する虞れもなくなる。

【0023】この低反射型光部品は、ファイバコリメータとして有用である。一方のレンズ端面の光軸中心位置からの入射光が他方のレンズ端面で平行光となるようなレンズ系を選定使用すると、光ファイバを伝播した光は、レンズによって平行性の良好な光ビームに変換される。逆にレンズに平行ビームが入射すると、それを効率よく光ファイバに結合させることができる。従って、このようなファイバコリメータが形成する平行ビーム空間に光学部品を配置すれば、光分歧器、光分波器、光スイッチなどを構成できる。レンズ選定によっては、コリメート光を出射するのではなく、レンズ端面から出射するビームに所望の拡がり角度を持たせるような光部品も構成できる。また上記の実施例では、レンズとして屈折率分布型ロッドレンズを用いているが、球レンズであってもよい。

【0024】

【発明の効果】本発明は上記のように、光ファイバの先端面に円錐状に突出している凸部を形成し、レンズ接続面の凹部と直接嵌合させて接着固定する構造なので、後方反射量低減のためにレンズに斜め加工を施す必要がな

く、またレンズ接続面が切断面でよく（精密研磨面である必要がない）、加工工程が短縮され、安価なレンズが使用できる。本発明では、凸部と凹部の嵌合によって自動的に調芯されるため、熟練を要する精密調芯作業が要らず、製造装置も簡素化でき、またフェルールのような高精度の高価な部材も不要となり、中量・多量生産も可能となるので、製造コストも大幅に低減する。

【0025】本発明では、光ファイバのコア部 자체が円錐状に突出している凸部とレンズ接続面の円錐状の凹部とが直接嵌合している構造なので、光ファイバを通って伝搬したビームが接続部で反射しても光ファイバには戻り難く、そのため後方反射量を大幅に低減できる（-50 dB以下）。また凹凸嵌合部は物理的に接触しているので、温度特性が向上するし、耐衝撃性並びに耐振動性も向上する。これらによって、良好な特性を呈し、且つ周囲の環境の変化に対して安定した高品質の低反射型光部品が得られる。

【0026】本発明は、光ファイバとレンズとの結合体を、外被の一部を含めて筒状のジャケット内に収納し、外被端部近傍のみでジャケットに接着一体化したので、極めて簡単な構造となり、部材点数の低減、各部材の簡素化によるコストダウン、組み立ての容易さなどの効果により、大幅な低廉化が可能である。そして、光ファイバケーブルは光ファイバを外被で被覆した構造であり、

長く重いが、光ファイバとレンズとの結合体をジャケットで保持した時に、主として外被とジャケットとが接着剤で固定され、レンズとジャケットは接着されずに相互にフリーな状態で、光ファイバの周囲も大部分空間があるので、各部材の熱膨張差を吸収して、ジャケット内で光ファイバに過大な応力がかかるのを防ぐことができ、光ファイバの破損が生じる虞はない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る光部品の一実施例を示す説明図。

【図2】その組み立て説明図。

【図3】凹凸嵌合接続部の例を示す説明図。

【図4】ジャケットに組み込んだ本発明に係る光部品の一例を示す説明図。

【符号の説明】

10 光ファイバ

12 レンズ

14 コア部

16 凸部

18 凹部

20 光学接着剤

30 光ファイバケーブル

32 保護カバー部

34 ケーブル押さえ部

【図1】

【図2】

【図3】

